第48卷 第3期
2010年7月
古 脊 椎 动 物 学 报
VERTEBRATA PALASIATICA
pp.220–234
figs.1–7

新疆准噶尔盆地北缘中中新世阿特拉旱松鼠及其生态环境讨论[1)]

魏涌澎

(中国科学院古脊椎动物与古人类研究所,脊椎动物进化系统学重点实验室 北京 100044)

摘要:记述了新疆准噶尔盆地北缘中中新世哈拉玛盖组的两种阿特拉旱松鼠化石:*Atlantoxerus junggarensis* 和 *A. xiyuensis* sp. nov.。依据新的化石材料将 *A. junggarensis* 特征进行了修订。新种 *A. xiyuensis* 颊齿较小,齿冠低;P4 大于或等于 M1/2,次尖明显,原小尖发育,后小尖强大、明显大于后尖且一般不与后边脊相连,通常无中附尖;M1/2 原小尖弱;m3 无下前边尖和前齿带,无下中尖、下中附尖和下次小尖,下后脊粗壮、由下原尖伸向跟凹、不与下后尖相连,下内尖及下内脊发育。*Atlantoxerus* 属最早的化石记录出现在中亚地区,推测它很可能起源于中亚,然后向西亚、欧洲和北非地区扩散。依据伴生动物群和相关古植物的研究成果推测,*Atlantoxerus* 属可能生活在温暖湿润的环境中。随着晚新生代全球气温变冷,该属的分布渐趋收缩,分异度减小,表明了其地理分布与温度变化密切相关。同时推测,温度对其生存的影响似乎比湿度更大。

关键词:准噶尔盆地北缘,中中新世,阿特拉旱松鼠,气候变化

中图法分类号:Q915.873 **文献标识码**:A **文章编号**:1000-3118(2010)03-0220-15

阿特拉旱松鼠作为地松鼠成员之一,仅有一个现生种,分布于非洲西北部地中海沿岸和阿特拉斯山的三个山脉之间。该属在地质历史时期曾有过广泛的分布,迄今为止正式研究发表的化石有12个种、4个相似种和13个未定种,时代跨越早中新世至早更新世,分布在环地中海地区的北非、欧洲及西亚、中亚地区。我国报道最早的 *Atlantoxerus* 产自青海西宁盆地早中新世谢家组(李传夔、邱铸鼎,1980; Qiu and Qiu, 1995), 但材料很少。1996–2008年间,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所新疆课题组在准噶尔盆地北缘铁尔斯哈巴合、夺勒布勒津和播塔莫音等地点的中中新世哈拉玛盖组下部地层和夺勒布勒津索索泉组顶部地层中相继采集到一些新的材料。近20年来国内外其他地点陆续也有新的发现。这些发现为更全面地认识 *Atlantoxerus* 属的形态特征、演化历史、分异度变化规律及与气候变化之间的关系等提供了良好的基础。本文将描述这些年来在准噶尔盆地哈拉玛盖组中新采集到的材料并探讨上述有关问题。

本文描述材料包括 *Atlantoxerus* 属的两个种:准噶尔种(*A. junggarensis* Wu, 1988)和新种西域种(*A. xiyuensis* sp. nov.)。准噶尔种新材料发现于新疆福海县铁尔斯哈巴合、

1) 国家重点基础研究发展规划项目(编号:2006CB806400)和国家自然科学基金项目(编号:40672010, 40872032, 40711130639, 40872018, J0930007)资助。

收稿日期:2010-02-09

铁尔斯哈巴合东(2008 年新发现的 IVPP XJ 200841 化石点 46°40′7″N, 88°31′38″E 位于该地区内)、夺勒布勒津 XJ 97008 地点和播塔莫音,层位为中中新世哈拉玛盖组下部。西域种材料采集于夺勒布勒津 XJ 97008、铁尔斯哈巴合和铁尔斯哈巴合东。两个种的化石同时出现在准噶尔盆地北缘铁尔斯哈巴合剖面的哈拉玛盖组下部和夺勒布勒津 XJ 97008 地点。关于夺勒布勒津 XJ 97008 地点的确切层位和时代尚待进一步确定,目前暂将其置于哈拉玛盖组下部。

本文描述所用颊齿术语参照邱铸鼎(1996)。文中缩写:IVPP, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所;IVPP XJ, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所新疆野外地点号;IVPP V, 中国科学院古脊椎动物与古人类研究所古脊椎动物化石编号。文中的测量数据若无特别说明,均为齿冠长度×宽度,单位为毫米(mm)。

1　系统记述

松鼠科 Sciuridae Fischer de Waldheim, 1817

松鼠亚科 Sciurinae Fischer de Waldheim, 1817

旱松鼠族 Xerini Murray, 1866

阿特拉旱松鼠属 *Atlantoxerus* Forsyth Major, 1893

准噶尔阿特拉旱松鼠 *Atlantoxerus junggarensis* Wu, 1988

(图 1–2; 表 1)

归入标本　铁尔斯哈巴合:属于同一个体的头骨一件,带有左右 p4–m3、右 M2–M3 和左 M3(IVPP V 16126), 颊齿 28 枚(2 DP4, 5 P4, 12 M1/2, 3 M3, 2 p4, 3 m1/2, 1 m3, V 16127.1–28); 铁尔斯哈巴合东(XJ 200841 地点,46°40′7″N, 88°31′38″E): 一个带 p4–m2 的左下颌(V 16128), 颊齿 3 枚(1 M3, 1 p4, 1 m3(V 16129.1–3); 夺勒布勒津 XJ 97008地点:5 枚臼齿(4 M1/2, 1 m3, V 16130.1–5); 播塔莫音:2 M1/2(V 16131.1–2)。

特征(修订)　个体较大,颊齿单侧高冠、宽度明显大于长度。P4 大,通常稍大于 M1/2。原小尖弱小或无,后小尖明显大于后尖、不与原小尖或后边脊相连,一般有中附尖。下颊齿无下前边尖和前齿带,无下中尖,通常有下中附尖,下后脊中断,下外脊和下内脊发育。

测量　见表 1。

表 1　准噶尔阿特拉旱松鼠牙齿测量

Table 1　Dental measurements of *Atlantoxerus junggarensis*　(mm)

Tooth	N	Length		Width	
		Mean	Range	Mean	Range
DP4	2	3.71	3.62 ~ 3.81	5.28	5.28 ~ 5.28
P4	5	4.05	3.91 ~ 4.11	5.80	5.47 ~ 6.06
M1/2	19	3.74	3.03 ~ 4.52	4.63	3.91 ~ 5.28
M3	6	3.95	3.72 ~ 4.11	4.52	3.72 ~ 4.89
p4	6	3.98	3.52 ~ 4.50	4.19	4.01 ~ 4.50
m1/2	9	3.44	3.13 ~ 3.68	4.43	4.21 ~ 4.56
m3	5	3.83	3.72 ~ 3.91	4.21	4.11 ~ 4.40

描述　V 16126(图 1,同一个体的标本,带 p4-m3 的左、右下颌骨和 3 枚上臼齿)、带 p4-m2 的左下颌骨和颊齿。其中右下颌骨保存了水平支和部分上升支。下颌骨齿隙低,稍向前、向上弯曲,长度约为下颊齿列长的一半。水平支粗壮且高,最大高度在 m1 前齿根至下颌联合部隆起处,而且这一部分的唇侧明显膨胀。水平支腹缘圆润。咬肌脊发育、前端终止于 m1 下方。颏孔位于 p4 的前齿根前,与咬肌脊前端处在同一高度。上升支起始于 m1 下方。颊齿列长轴与水平支夹角较小(26°)。下颌骨上保存的齿列显示 p4 明显较 m1 和 m2 长,但比后两者稍窄,m3 长。m3 之下的下颌骨高度为 8.62 mm。M3 长于 M2。

DP4:尺寸略大于 M1/2 和 M3。舌侧高冠。前附尖大、稍向前突伸。原尖强大,前尖、后尖大小相当,仅次于原尖。原小尖极不明显,仅在 V 16127.2 上可见相对明显的原小尖(1/2)。后小尖强大、明显大于后尖,与原尖和次尖均不相连。中附尖低小。

P4:与 DP4 相似(尺寸稍大于臼齿,舌侧齿冠比唇侧的高,前附尖大,原尖最为强大,前尖和后尖大小相当,原小尖不明显,后小尖大于后尖、与原尖和次尖均不相连), 不同在于其个体略大,前附尖较为向前突伸,前边脊相对较短,齿根强大。中附尖低小(2/5)或无(3/5)。在磨蚀较深的 P4 的前边脊前壁上可见明显的接触面,证明存在 P3。具 3 个齿根,舌侧齿根粗大,唇侧两齿根小。

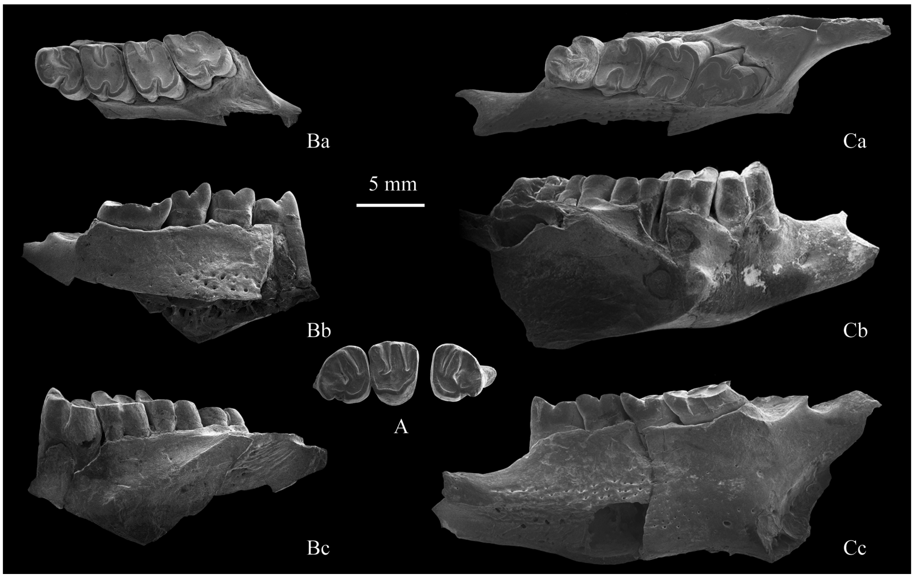

图 1　准噶尔阿特拉旱松鼠下颌及上颊齿(V 16126)

Fig. 1　Mandible and upper cheek teeth of *Atlantoxerus junggarensis* (V 16126)

A. right M2-3 and left M3, in occlusal view; B. left mandible with p4-m3, Ba. in occlusal view, Bb. in labial view, Bc. in lingual view; C. right mandible with p4-m3, Ca. in occlusal view, Cb. in labial view, Cc. in lingual view

M1/2:舌侧高冠。齿冠宽度大于长度。前附尖弱小。原尖强大。前尖、后尖较大。原小尖不明显或无,仅 V 16127.8-9, V 16127.12 和 V 16131.2 上可见弱小的原小尖,后

小尖基部膨大、明显大于后尖,不与原尖及次尖相连。V 16127.13, V 16130.2, V 16127.9 和 V 16127.17-19 等 6 枚齿的中附尖弱小(6/18), 或无中附尖(12/18)。具 3 齿根,舌侧齿根粗大,唇侧两齿根较细且大小相当。

M3:舌侧高冠。齿冠宽度与长度大致相当,冠面略呈倒三角形。前附尖小。前尖、后尖发育,原尖强大。原小尖在 V 16127.21-22 明显可见,后小尖和中附尖均不发育。原脊粗壮,后脊很低、不明显,V 16127.22 的原脊与后脊之间有一小脊相连。具 3 个齿根,舌侧齿根粗大,唇侧后尖下的齿根最为细弱。

p4:齿冠高、宽度稍大于长度,冠面近三角形。前齿带缺失。V 16129.2 和 V 16127.24 的下前边尖弱小,V 16127.23 无下前边尖。下原尖、下次尖发育,下次尖基部膨大、大于下原尖。下内尖发育,下后尖强大、为最高耸的齿尖。下中附尖低小,无下中尖。下后脊低,下内脊连接下内尖及下次小尖、明显低于下后脊,下外脊直。外谷略向唇侧前方倾斜,下齿凹浅小,下跟凹宽大、较深。具 3 齿根,下次尖和下内尖下的齿根基部愈合。

m1/2:宽度大于长度,冠面呈平行四边形。前齿带缺失。无下前边尖。下原尖、下次尖明显,下次尖基部膨大、明显大于下原尖。下内尖发育。下后尖强大、为冠面最高耸的一个主尖。V 16127.26 和 V 16127.27 下中附尖低小,V 16127.25 无下中附尖。下次小尖较弱。无下中尖。下后脊中断,下内脊低于下后脊,下外脊平直。外谷深且稍斜向唇侧前方,下齿凹小,下跟凹深。具 4 齿根,舌侧和唇侧各 2 齿根,下次尖下的齿根较粗壮。

m3:个体较大。齿冠高,长宽相当。前齿带缺失。无下前边尖。下原尖、下次尖明显,下次尖基部膨大。下内尖较弱,是冠面主尖中最低的一个主尖,下后尖是冠面主尖中最强大的一个主尖。无下中附尖和下中尖。下后脊中断,V 16127.28 的较粗而 V 16130.5 的相对较细,下内脊明显低于下后边脊,V 16130.5 下内脊较细,V 16127.28 下外脊直、较粗,V 16130.5 下外脊稍向舌侧倾斜、较细。外谷向唇侧前方倾斜,下齿凹小,下跟凹宽大。具 4 齿根,舌侧、唇侧各 2 齿根,下次尖下的齿根最为粗壮,下内尖下的齿根最细弱。

比较　松鼠科旱松鼠族 Xerini 共有 5 个属,包括 *Atlantoxerus*, *Spermophilopsis*, *Xerus*, *Heteroxerus* 和 *Aragoxerus* (Cuenca Bescós, 1988; McKenna and Bell, 1998)。新疆材料的颊齿形态特征与阿特拉旱松鼠属 *Atlantoxerus* 和异旱松鼠属 *Heteroxerus* 最为相似,它们的共同特征是上颊齿后小尖发育,后脊在舌侧不与原尖和次尖相连,下颊齿的下内脊发育。*Heteroxerus* 不同于 *Atlantoxerus* 的主要特征是,个体小,下颊齿前齿带发育(Bruijn, 1965; Wu, 1988; Qiu, 1996)。以上所描述的标本尺寸较大,下颊齿前齿带缺失,m1 和 m2 宽度等于或大于长度,故应归入 *Atlantoxerus* 属。

吴文裕(1988)在描述新疆准噶尔盆地哈拉玛盖组地层中的松鼠材料时,命名了两个新种:*A. junggarensis* 和 *A. giganteus*。前者材料包括 1 枚左 P4, 1 枚右 m1/2, 1 枚左m1/2 和 1 枚残破的 m3, 后者仅有 1 枚右 P4。巨大种 *A. giganteus* 虽然仅有 1 枚 P4, 但其测量数据明显超出了已发现的所有其他标本,是当时本属所发现的最大种,且其 P4 原小尖明显、后小尖与原小尖之间发育一小脊相连,显然有别于 *A. junggarensis* 的特征。本文描述的材料与吴文裕(1988)命名的准噶尔旱松鼠个体大小相当,牙齿形态无明显差异,故将其归入该种。但新材料更为丰富,为该种增加了更多形态特征信息,如:颊齿明显单侧高冠,P4 大且通常稍大于第 1、2 臼齿,原小尖弱小或无、后小尖明显大于后尖且不与原小

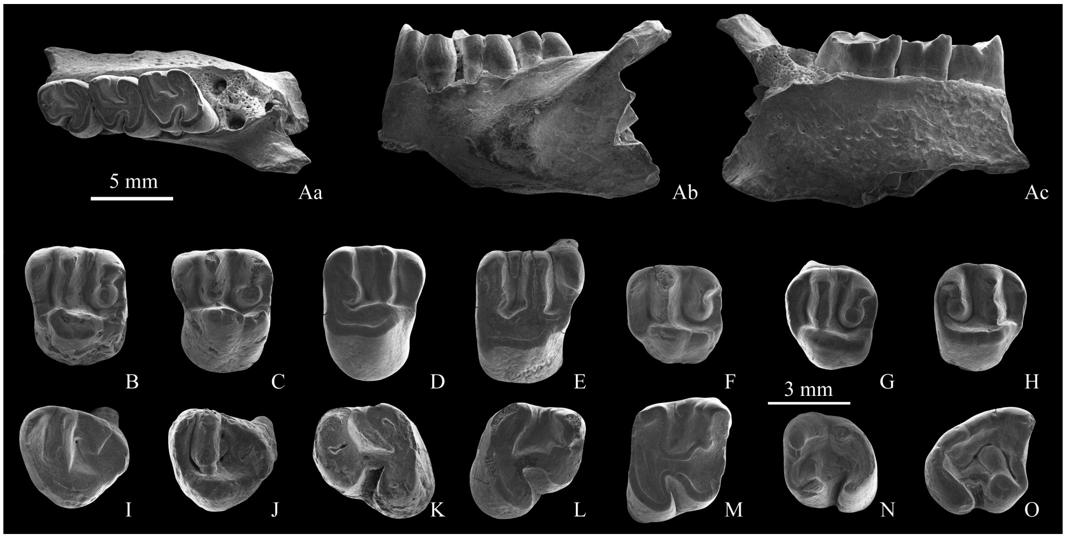

图 2 准噶尔阿特拉旱松鼠的左下颌及颊齿

Fig. 2 Left mandible and cheek teeth of *Atlantoxerus junggarensis*

A. left mandible with p4–m2, V 16128, Aa. in occlusal view, Ab. in labial view, Ac. in lingual view; B–C. left DP4, V 16127.1–2; D–E. right P4, V 16127.5–6; F–G. left M1/2, V 16127.8, V 16127.10; H. right M1/2, V 16127.12; I–J. left M3, V 16127.20, V 16127.22; K–L. left p4, V 16127.24, V 16129.2; M. right m1/2, V 16127.26; N. left m3, V 16130.5; O. right m3, V 16127.28; B–O. in occlusal views

尖和后边脊相连、下颊齿无下中尖且通常有下中附尖等。青海西宁盆地谢家组的 *Atlantoxerus* sp. (仅为 1 枚右 m1/2)个体小,下后脊完整、与下后尖相连,下内脊极弱,与准噶尔种区别显著;内蒙古通古尔的 *A. orientalis* 个体比新疆的 *A. junggarensis* 也小,原小尖一般不发育,后小尖与后边脊相接触,与准噶尔种也有所不同。

法国早中新世的 *A. martini* 个体很小,后小尖略小于后尖,无中附尖,下前边尖明显,下后脊完整、连接下后尖,下内脊弱小;西班牙早中新世的 *A. blacki* 个体较小,齿冠低,有的下臼齿后小尖与后边脊以一低小的脊相连,下前边尖明显,下内脊极弱,与准噶尔种均有明显区别。摩洛哥中中新世的 *A. tadlae* 个体小,后小尖小于后尖,下前边尖非常明显,下后脊完整、与下后尖相连,下内脊不发育,与准噶尔种不同。西班牙晚中新世的 *A. adroveri* 个体小,无中附尖,后小尖与后尖大小相当,并与后边脊有一明显的脊连接,有弱小的下前边尖;法国晚中新世的 *A. cuencae* 个体很小,下前边尖弱小,下后脊完整并与下后尖相连,下内脊中断、不与后边脊相连,与准噶尔种都明显不同。西班牙早上新世的 *A. margaritae* 个体小,无原小尖,后小尖与后尖大小相当,下前边尖发育,下后脊弯曲、连接下后尖;希腊罗得岛早上新世的 *A. rhodius* 的个体也小,无原小尖,后尖和后小尖弱小、且大小相当,m1–2 下前边尖发育,P4 无下后脊,这两者也都不同于准噶尔种。更新世早期摩洛哥的 *A. huvelini* (m3)下内脊有不明显的釉质褶皱,与准噶尔种有所区别。

西域阿特拉旱松鼠(新种) *Atlantoxerus xiyuensis* sp. nov.

(图3; 表2)

正型标本　左 P4(V 16133.1)。

副型标本　1 左 M1/2(V 16133.2), 1 左 m3(V 16133.3)。

模式地点　新疆福海县铁尔斯哈巴合。

时代与层位　中中新世早期,哈拉玛盖组下部。

归入标本　夺勒布勒津 XJ 97008: 3 枚臼齿(1 右 DP4, 1 右 P4, 1 右 M1/2, V 16132.1-3); 铁尔斯哈巴合东:臼齿 2 枚(1 右 P4, 1 左 M1/2, V 16135.1-2)。

种名由来　xiyu 为"西域"汉语拼音,意指化石发现于我国古代西域地区。

特征　个体较小,齿冠较低。P4 尺寸大于或大约相当于 M1/2, 次尖明显,原小尖发育,后小尖强大、明显大于后尖且一般不与后边脊相连,中附尖小或无;M1/2 原小尖弱。m3 无下前边尖和前齿带,下后尖高耸,无下中尖、下中附尖和下次小尖,下后脊粗壮、由下原尖伸向跟凹、不与下后尖相连,下内尖及下内脊发育。

测量　见表2。

描述　所有材料均为单颗牙齿,除 M1/2 外,磨蚀程度均较轻、冠面特征清楚。共同特征是个体小、齿冠低。

DP4: 宽度大于长度。原尖是齿冠上最强大、最高的齿尖,次尖明显但小于原尖。前边尖高耸、高度仅次于原尖,向前突伸。前尖、后尖发育。原小尖发育、小于后小尖,后小尖粗壮、明显大于后尖。后小尖与后边脊间无脊连接。无中附尖。前边脊、后边脊较低。

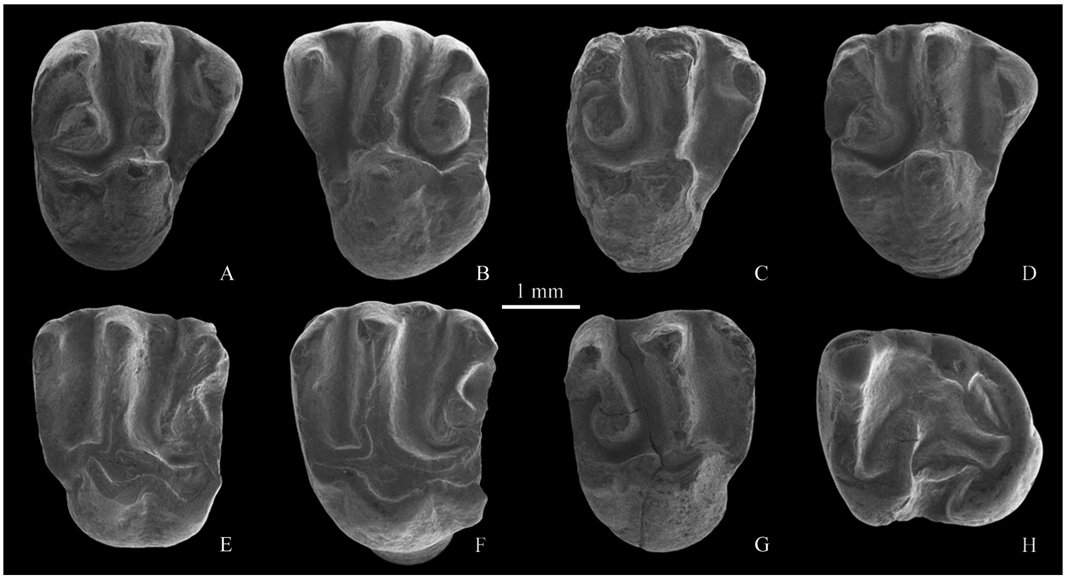

图3　西域阿特拉旱松鼠(新种)颊齿冠面视

Fig. 3　Cheek teeth of *Atlantoxerus xiyuensis* sp. nov., in occlusal views

A. right DP4, V 16132.1; B. left P4, V 16133.1(holotype); C. right P4, V 16132.2; D. right P4, V 16135.1; E. left M1/2, V 16133.2; F. left M1/2, V 16135.2; G. right M1/2, V 16132.3; H. left m3, V 16133.3

前谷和齿凹深且狭长,后谷浅小。

P4:宽度大于长度。原尖、次尖、前边尖、前尖、后尖及原小尖、后小尖特征与 DP4 基本类似。后小尖与后边脊间无脊连接(2/3), 或有一低脊相连接(1/3, V 16135.1)。中附尖低小(2/3)或无(1/3, V 16132.2)。前边脊、后边脊较低,V 16133.1 前边脊前内侧有一明显的与 P3 接触面。前谷和齿凹深且狭长,后谷浅小。3 齿根,舌侧齿根粗大,唇侧 2 齿根,后尖下的齿根最为细弱。

M1/2:宽度明显大于长度。前边尖发育,但不前突。次尖明显。前尖、后尖较发育。原小尖有或极弱小,后小尖粗壮、明显较后尖强大。中附尖小(1/3, V 16135.2)或无(2/3, V 16133.2 和 V 16132.3)。原脊和后脊较细,后边脊较弱、较低。前谷和齿凹较窄深,后谷浅小。3 齿根,舌侧齿根粗大,唇侧 2 齿根较细、大小相当。

m3:长度、宽度大致相当,冠面珐琅质层光滑。无下前边尖和前齿带。下原尖、下次尖较强。下内尖较弱,下后尖最强大。无下中附尖和下中尖。下后脊粗壮、不与下后尖相连,下内脊低而细,下外脊直、较细。外谷稍向唇后侧倾斜,下齿凹较小,下跟凹宽大。4 齿根,舌侧、唇侧各 2 齿根,下次尖位置下的齿根最为粗壮,下内尖下的齿根最细弱。

表 2　西域阿特拉旱松鼠(新种)牙齿测量

Table 2　Dental measurements of *Atlantoxerus xiyuensis* sp. nov.　　(mm)

Tooth	N	Length		Width	
		Mean	Range	Mean	Range
DP4	1	—	2.64	—	3.42
P4	3	2.67	2.54～2.74	3.29	3.23～3.33
M1/2	3	2.61	2.54～2.74	3.32	3.13～3.42
m3	1	—	2.74	—	2.54

比较　新种 *A. xiyuensis* 与 *Atlantoxerus junggarensis* 的不同主要在于:个体明显较小,齿冠较低,上臼齿次尖发育显著,无下中附尖。与通古尔组 *A. orientalis* 相比,新种个体稍大一些,齿冠较低,冠面脊型化程度相对较低,原小尖发育,后小尖一般孤立、不与后边脊相连,无下中附尖;而 *A. orientalis* 原小尖不发育,后小尖通常有一脊连接后边脊。青海西宁盆地谢家组 *Atlantoxerus* sp. 与新种相比较,前者尺寸更小,齿冠更低,下中附尖低小,下后脊与下后尖相连,下内脊极弱。

法国早中新世的 *A. martini* 齿冠较低,个体稍小,后小尖略小于后尖,下前边尖明显,下后脊完整、连接下后尖,下内脊较弱、但不仅连接下后边脊,还连接下次尖,与新种不同。新种个体稍大,无下前边尖,下后脊中断,下内脊强大、仅与后边脊相连,与西班牙早中新世的 *A. blacki* 也有所不同。摩洛哥中中新世的 *A. tadlae* 个体稍小,中附尖明显,后小尖较弱、小于后尖并不与后边脊相连,下前边尖非常明显,下后脊完整、连接下后尖,下内脊不明显,与新种有所区别。西班牙晚中新世的 *A. adroveri* 个体稍小,原小尖更为明显,p4 有较弱小的下前边尖,与新种不同。法国晚中新世的 *A. cuencae* 个体更小,下后脊完整、连接下后尖,下内脊中断、不与下后边脊相连,有别于新种。新种下前边尖缺失,下后脊中断、不与下后尖相连,区别于西班牙早上新世的 *A. margaritae*。新种个体稍大,后小尖明

显大于后尖、有的后小尖与后边脊以一低小的脊相连,下前边尖缺失,下后脊中断、不与下后尖相连,与希腊罗得岛早上新世的 *A. rhodius* 也明显不同。摩洛哥更新世早期的 *A. huvelini* 个体相对较大、下内脊仅为釉质褶皱,与新种有明显区别。

2　地质历史时期中 *Atlantoxerus* 属的地理分布

Atlantoxerus 属的化石至今发现有 12 个种、4 个相似种和 13 个未定种,具体的地理与地史分布情况见表 3。

表 3　阿特拉旱松鼠的地理和地史分布

Table 3　The geographical and geological distribution of *Atlantoxerus*

Epoch	Mediterranean areas and western Asia	Central Asia and eastern Aisa
Early Miocene	Spain[1], France[2]	Qinghai[3], Xinjiang[4], Kazakhstan[5], Tailand[6]?
early Middle Miocene	Morocco[7], Saudi Arabia[8]	Xinjiang[9], Gansu[10], Nei Mongol[11]
late Middle Miocene	Morocco[12], Turkey[13]	Nei Mongol[14], Gansu[15]
early Late Miocene	Spain[16], Morocco[17], Tunisia[18], Algeria[18]	
late Late Miocene	Spain[19], Morocco[20], France [21], Turkey[13]	Gansu[15]
Pliocene	Libya?[22], Spain[23], Greece[24]	Gansu[15], Nei Mongol[25]
Pleistocene	Morocco[26], Algeria[18]	

Note: Data basing: 1. Bruijn, 1965; Cuenca Bescós, 1988; 2. Aguilar, 2002; 3. Li and Qiu, 1980; 4. Meng et al., 2006; 5. Kordikova, 1998; 6. Ducrocq et al., 1995; 7. Lavocat, 1961; 8. Sen and Thomas, 1979; 9. Wu, 1988; 10. Cao et al., 1991; 11. Qiu and Wang, 1999; 12. Benammi, 2006; 13. Ünay, 1981; 14. Qiu, 1996; 15. Zhang and Zheng, 2000; 16. Van Dam et al., 2001; 17. Benammi, 1997; 18. Jaeger, 1977b; 19. Bruijn and Mein, 1968; Adrover et al., 1993; 20. Raynal et al., 1999; 21. Aguilar et al., 1995; 22. Bernor and Scott, 2003; 23. Adrover et al., 1993; 24 Bruijn et al., 1970; 25. Qiu and Storch, 2000; 26. Jaeger, 1977a.

中中新世早期之前,*Atlantoxerus* 各种类之间有一些共同特征,如个体小,m1/2 下内脊都较弱。西宁盆地早中新世谢家组的 *Atlantoxerus* sp. 是目前所发现 *Atlantoxerus* 属的最早化石记录,不仅个体小,而且下内脊仅见发育雏形,下臼齿的前齿带很弱,这些属于较为原始的特征,因此也有理由推测 *Atlantoxerus* 很可能起源于中亚地区,然后向西亚和环地中海的欧洲和北非地区扩散。

中中新世早期,*Atlantoxerus* 开始出现了环地中海种类和中亚种类的区域性差异。从颊齿特征上看,这两个区域的种类差异明显,尤其体现在后小尖和下前边尖发育程度上。从颊齿齿列前臼齿与臼齿的大小比例上看,环地中海地区各种(包括现生种 *A. getulus*)齿列由 P4/p4 至 M3/m3 长度呈现逐步变大趋势,即 P4/p4≤M1/2/m1/2<M3/m3(图 4), 而中亚区域的准噶尔种齿列 P4 和 M3 长于 M1-2,西域种齿列 P4>M1/2(图 5)。两个区域各种齿列变化情况明显不同。由此,我们初步推测自中中新世早期以来,环地中海和中亚的种类可能是在各自相对独立的区域环境中演化,缺少交流。从古动物地理区系上看,旱松鼠的区域差异明显受古动物地理区系控制。中中新世之前,旧大陆北半球气候较均一,没有明显的动物地理差异(Esu, 1999; Liu et al., 2009), 旧大陆东西动物群的交流扩散较活跃。但当中中新世气候开始变冷,中纬度地区开始出现干旱带以后(Kennett and Scott, 1991; Liu et al., 2009), 旧大陆明显出现了区域气候差异,动物群出现了一定分异

(邱铸鼎、李传夔,2004；张兆群等,2006)，因此可能造成地中海和中亚、东亚的 *Atlantoxerus* 类群出现了差异,各自具有相对独立的演化历史。

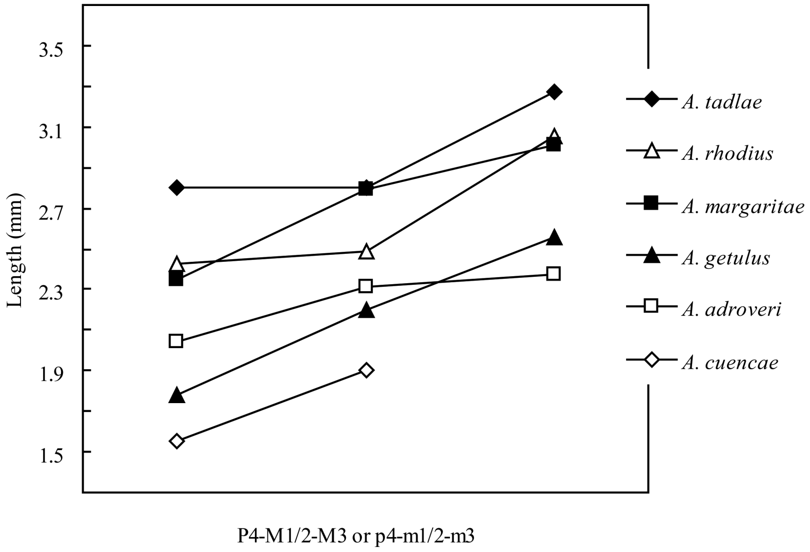

图 4　环地中海地区阿特拉旱松鼠各种前臼齿与臼齿大小比较

Fig. 4　Size comparison between premolar and molar of various *Atlantoxerus* species in Mediterranean areas

图 4 中,除 *A. tadlae* 和 *A. cuencae* 取下颊齿长度均值外,其余纵坐标值均为上颊齿长度均值、横坐标依次为 P4-M1/2-M3 或 p4-m1/2-m3，其中 *A. cuencae* 无 m3 材料。图 5 中,纵坐标均为上颊齿长度均值,横坐标依次为 P4-M1/2-M3 长度均值,*A. giganteus* 材料仅有 1 枚 P4，无法参与比较,*A. orientalis* 仅有的 1 枚 P4 有误,应为 M1/2。除本文研究标本数据来自实测外,其余均引自各文献(见表 4)。

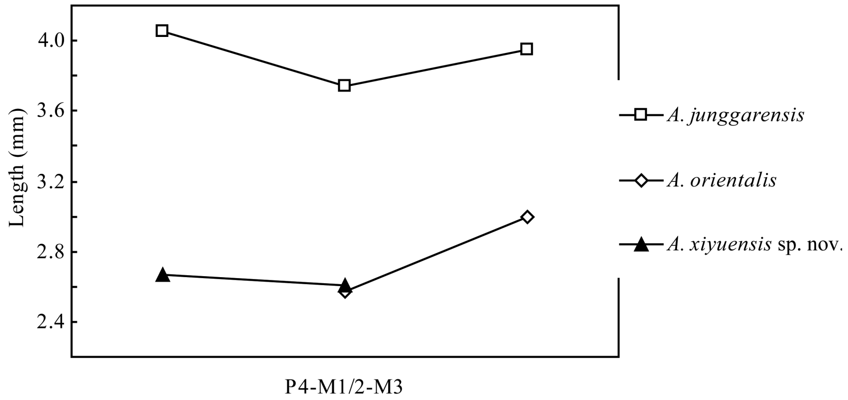

图 5　中亚、东亚地区阿特拉旱松鼠各种前臼齿与臼齿大小比较

Fig. 5　Size comparison between premolar and molar of various *Atlantoxerus* species in central and eastern Asia

表 4　阿特拉旱松鼠各种的颊齿齿列测量

Table 4　Toothrow measurements of various species of *Atlantoxerus*　　(mm)

Species	Mean length of P4	Mean length of M1/2	Mean length of M3
A. getulus (Cuenca Bescós, 1988)	1.78	2.2	2.56
A. martini (Aguilar, 2002)	1.57	1.75	1.76
A. blacki (Bruijn, 1965)	1.78	2.00	2.13
A. junggarensis	3.94	3.53	3.95
A. orientalis (Qiu, 1996)	—	2.57	3.00
A. xiyuensis sp. nov.	2.67	2.61	—
A. adroveri (Bruijn and Mein, 1968)	2.04	2.31	2.37
A. rhodius (Bruijn et al., 1970)	2.43	2.49	3.05
A. margaritae (Adrover et al., 1993)	2.35	2.79	3.01
	Mean length of p4	Mean length of m1/2	Mean length of m3
A. tadlae (Lavocat, 1961)	2.80	2.80	3.27
A. cuencae (Aguilar et al., 1995)	1.55	1.90	—

3　气候变化对阿特拉旱松鼠演化和分布的影响

现生 *Atlantoxerus* 生活于地中海南部沿岸,环境炎热、干燥,通常被认为是一种指示干旱、半干旱环境的典型松鼠类型(邱铸鼎,1996)。但从哈拉玛盖动物群的构成来看,旱松鼠可能并非生活在典型的干旱环境。哈拉玛盖动物群发现有 *Pliopithecus* 材料,而灵长类是一类对生境要求比较严格的动物。对欧洲中新世-上新世哺乳动物化石的对比研究表明,不含灵长类化石的区域比包含灵长类化石的区域要开阔,包含灵长类的化石地点,其古降水的估值都比较高,其中,*Pliopithecus* 各分布地点的古降水都在 1000 mm 以上(Eronen and Rook, 2004)。除了 *Pliopithecus*, 哈拉玛盖动物群还有偶蹄类、奇蹄类、长鼻类、食肉类,以及小哺乳动物(兔形类、啮齿类、食虫类和翼手类)等至少 9 个目 49 种化石,孟津等(2008)认为这一多样性很高的动物群明显反映了一种暖湿且植物繁盛的生态环境。古植物的研究也表明,18 ~ 15 Ma 期间天山的植被以胡桃树(*Juglans*)、栎树(*Quercus*)和桦树(*Betula*)占优势,而松柏孢粉的数量明显较低,也反映了一种温暖湿润的气候条件(Sun and Zhang, 2008)。Liu et al. (2009)通过对食草哺乳动物牙齿冠高均值的分析表明,*Atlantoxerus* 所在的哈拉玛盖动物群和通古尔动物群中的食草哺乳动物以低冠类型为主,反映了一种湿润的气候特点。甘肃灵台地区也发现 *Atlantoxerus* 在无根鼢鼠和高冠沙鼠占优势之前存在,但当气候进一步向干冷恶化时,鼠科种类明显减少,无根鼢鼠和高冠沙鼠等耐旱种类开始占据优势(张兆群、郑绍华,2000; 郑绍华、张兆群,2000)时,*Atlantoxerus* 则从该地区彻底消失了。化石资料表明 *Atlantoxerus* 应该完全能够适应湿润地区的生活环境,而现生 *Atlantoxerus* 在炎热、干旱的地中海南岸的存在,说明它也是一种能够适应干旱环境的松鼠。因此推测,*Atlantoxerus* 对环境湿度的适应性应该比较强,它在中新世以后的快速萎缩可能另有其他的环境因素。

目前,我们对全球气候变化已经有了一个比较清楚的认识(Zachos et al., 2001), 对比新近纪晚期以来的气候变化趋势和 *Atlantoxerus* 分布范围的变化(图 6), 可以看出两者具

有非常良好的一致性。早中新世和中中新世早期,全球气温呈现一个逐渐上升的趋势,在17 ~15 Ma 左右达到顶峰,随即逐渐下降。这些气候变化事件分别被称为中中新世气候最佳期和中中新世气候变冷事件(Kennett and Scott, 1991)。*Atlantoxerus* 正是在气候最佳期(早中新世和中中新世早期)分布最广,而随着温度下降,分布范围不断收缩。相关研究表明,在气候最佳期,大洋温度比现在高约 6 ~7°C (Shevenell et al., 2004), 而北极温度比现在高 8°C 左右,温带森林可以一直分布到北极地区(Lewis et al., 2008)。在这种气候条件下,哈萨克斯坦和新疆北部可以达到和地中海相似的温度条件,因此,*Atlantoxerus* 在这个时候发展到顶峰,从哈萨克斯坦北部到沙特阿拉伯南部,基本遍布旧大陆北半球中纬度地区。但随着中中新世气候变冷事件发生,*Atlantoxerus* 分布开始收缩,晚中新世和上新世仅发现于环地中海和我国甘肃灵台地区,其分布向南退缩。更新世是新近纪以来的最冷期,*Atlantoxerus* 更是极度萎缩,从中亚则彻底消失,环地中海区域也仅在非洲北部摩洛哥和阿尔及利亚才有发现。因此,我们认为 *Atlantoxerus* 可能对温度非常敏感,它在中亚地区的绝灭可能并非由当地的干旱化所致,而温度过低可能是更为重要的一个因素。

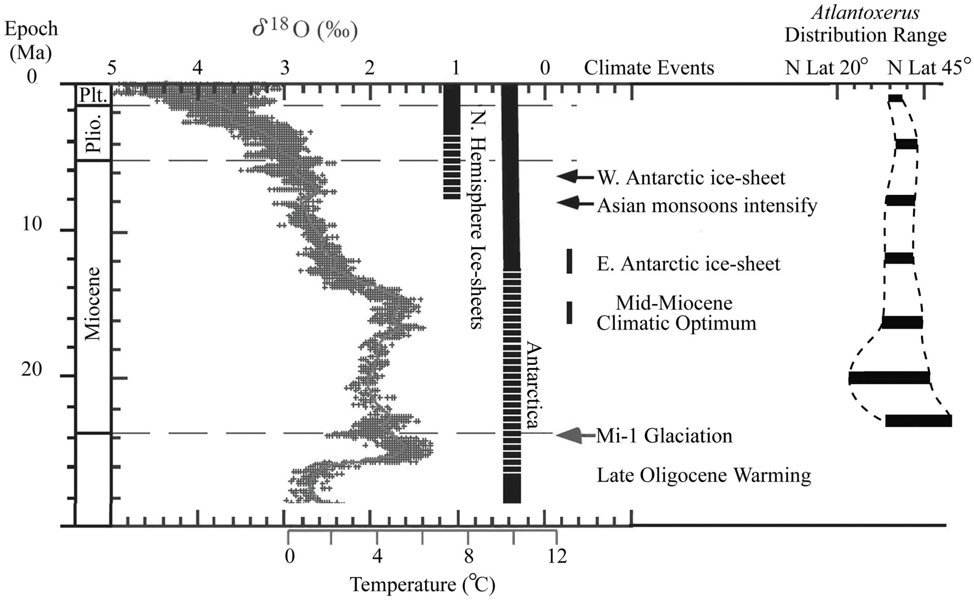

图 6 阿特拉旱松鼠属地理和地史分布与古温度变化的关系

左侧曲线自下而上表示新近纪晚期以来全球古温度变化趋势,右侧折线图中黑色条带表示相应的不同时代阿特拉旱松鼠属在全球范围内的纬度分布

Fig. 6 The relationship between distributions of *Atlantoxerus* and temperature

The temperature curve is from Zachos et al., 2001, indicating global paleotemperature variation trend since late Neogene; the left line chart indicates global latitude distribution range of *Atlantoxerus* in different ages accordingly; N Lat = north latitude

从不同时期 *Atlantoxerus* 分异度变化(图 7)上看,早中新世 *Atlantoxerus* 为 3 种,中中新世的分异度最高,达到 5 种,晚中新世和上新世的逐渐下降,到更新世仅存一个种。*At-*

lantoxerus 种数从早中新世开始增加,在中中新世达到顶峰,然后开始持续下降,到更新世最为单调。其分异度的变化与全球温度变化呈现同步的特征。

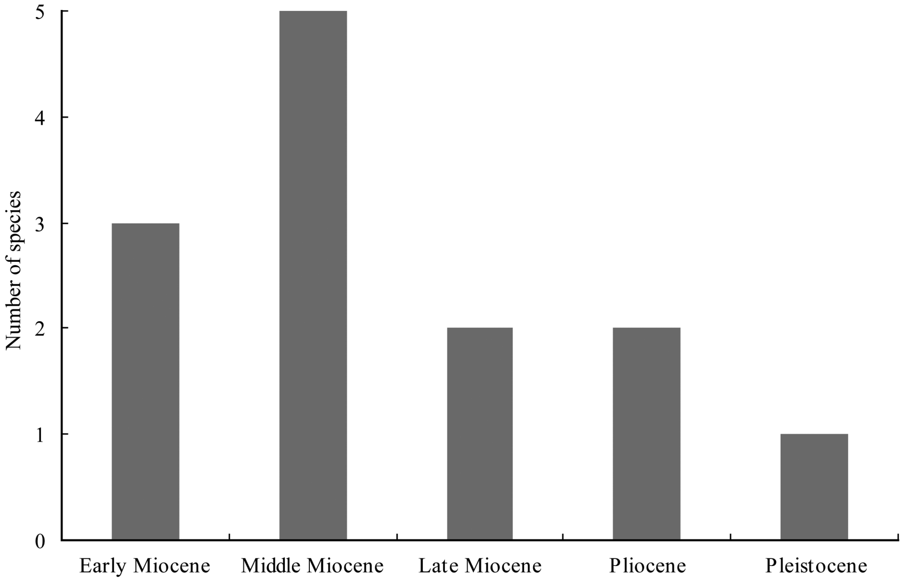

图 7　中新世-更新世阿特拉旱松鼠种级分异度

Fig. 7　The species diversity of *Atlantoxerus* from Early Miocene to Pleistocene

上述初步探讨的结果表明,*Atlantoxerus* 属应该是一种适应温暖环境的小型啮齿动物,种类的分异、扩散和演替明显受到全球气候变化的影响,温度对其演化可能具有非常重要的作用。

致谢　本文研究材料为新疆课题组(包括吴文裕、孟津、叶捷、毕顺东、倪喜军、董为、刘丽萍等)采集,课题组成员为此付出了辛苦的野外工作,吴文裕、张兆群、叶捷、刘丽萍等在标本研究过程中给予了详尽的指导,黄金玲、李强、孟溪等在图版制作过程中提供了大量帮助,在此一并表示衷心感谢。

ATLANTOXERUS FROM THE MIDDLE MIOCENE OF NORTHERN JUNGGAR BASIN AND THEIR ENVIRONMENTAL SIGNIFICANCE

WEI Yong-Peng

(*Key Laboratory of Evolutionary Systematics of Vertebrates*, *Institute of Vertebrate Paleontology and Paleoanthropology*, *Chinese Academy of Sciences* Beijing 100044 weiyongpeng@ ivpp. ac. cn)

Abstract

New materials of *Atlantoxerus* from the Middle Miocene Halamagai Formation, northern Junggar Basin, Xinjiang, are described and studied in detail. They are assigned to two species, *Atlantoxerus junggarensis* Wu, 1988 and *A. xiyuensis* sp. nov. By studying the new specimens and old materials, diagnosis of *A. junggarensis* is amended as: larger size, unilateral hypsodont

cheek teeth, P4 larger than M1 and M2, protoconule very weak or absent, metaconule significantly larger than metacone, mesostyle and mesostylid usually present, no mesoconid, metalophid ending before metaconid, ectolophid and entolophid developed. The new species, *Atlantoxerus xiyuensis*, is characterized by small size, low crowned cheek teeth, P4 being larger or equal to M1/2 in size, and with well-developed protoconule and prominent hypocone, metaconule being larger than metacone and isolated from posteroloph, usually no mesostyle; M1/2 with weak protoconule; m3 without anterior cingulum, anteroconid, mesoconid, mesostylid and hypoconulid, strong metalophid extending from protoconid to the talonid basin, metalophid not connected to metaconid, and well-developed entoconid and entolophid.

Referring to their associated mammals and relevant palynological records, *Atlantoxerus* likely lived in warm and humid environments. However, temperature is supposed to control the distribution and evolution of *Atlantoxerus* more significantly than humidity. Distribution of *Atlantoxerus* seems to be strongly affected by global climate changes. Under the influence of the Late Cenozoic global cooling, the distribution and species diversity reduced significantly.

Key words northern Junggar Basin, Middle Miocene, *Atlantoxerus*, climatic changes

References

Adrover R, Mein P, Moissenet E, 1993. Roedores de la transicion Mio-Plioceno de la Cuenca de Teruel. Paleont Evol, **26/27**: 85–106

Aguilar J P, 2002. The sciurids from Lower and Middle Miocene karstic localities in southern France: new species, phylogeny, paleoenvironment. Geobios, **35**: 375–394

Aguilar J P, Calvet M, Michaux J, 1995. Les Rongeurs du gisement karstique Miocène supérieur de Castelnou I (Pyrenees-Orientales, France). Geobios, **28**: 501–510

Benammi M, 1997. Magnétostratigraphie du Miocène supérieur continental du Maroc (coupe d'Afoud, bassin d'Aït Kandoula). In: Aguilar J P, Legendre S, Michaux J eds. Congrès BiochroM.97. Mém Trav EPHE, Inst Montpellier, **21**: 285–291

Benammi M, 2006. Nouveaux gisements à rongeurs dans le Miocène moyen continental du Bassin d'Aït Kandoula (Maroc). Geobios, **39**: 589–598

Bernor R L, Scott R S, 2003. New interpretations of the systematics, biogeography and paleoecology of the Sahabi hipparions (latest Miocene) (Libya). Geodiversitas, **25**(2): 297–328

Black C C, 1965. New species of *Heteroxerus* (Rodentia, Sciuridae) in the French Tertiary. Verhandl Naturf Ges Basel, **70**(1): 185–196

Bruijn H de, 1965. Miocene Gliridae, Sciurdae and Eomyidae (Rodentia, Mammalia) from the Calatayud area (Prov. Zaragoza, Spain) and their bearing on the biostratigraphy. PhD Thesis, Utrecht: State University. 1–197

Bruijn H de, Dawson M R, Mein P, 1970. Upper Pliocene Rodentia, Lagomorpha, and Insectivora (Mammalia) from the Isle of Rhodes (Greece). Ⅰ–Ⅲ. Proc K Ned Akad Wet, Ser B, **73**(5): 535–584

Bruijn H de, Mein P, 1968. On the mammalian fauna of the *Hipparion*-beds in the Calatalud-Teruel Basin (Prov. Zaragoza, Spain). Part Ⅴ. The Sciurinae. Proc K Ned Akad Wet, Ser B, **71**(1): 73–90

Cao Z X(曹忠祥), Du H J(杜恒俭), Zhao Q Q(赵其强) et al., 1991. Discovery of the Middle Miocene fossil mammals in Guanghe district, Gansu and their stratigraphic significance. China Univ Geosci(现代地质), **4**(2): 16–29(in Chinese with English abstract)

Cuenca Bescós G, 1988. Revisión de los Sciuridae del Aragoniense y del Rambliense en la Fosa de Calatayud-Montalbán. Scripta Geol, **87**: 1–116

Ducrocq S, Chaimanee Y, Suteethorn V, 1995. Mammalian faunas and the ages of the continental Tertiary fossiliferous localities from Thailand. J Southeast Asian Earth Sci, **12**(1–2): 65–78

Eronen J, Rook L, 2004. The Miocene–Pliocene European primate fossil record: dynamics and habitat tracking. J Hum Evol,

47: 323–341

Esu D, 1999. Contribution to the knowledge of Neogene climatic changes in western and central Europe by means of non-marine mollusks. In: Agustí J, Rook L, Andrews P eds. The Evolution of Neogene Terrestrial Ecosystems in Europe. Cambridge: Cambridge University Press. 436–453

Jaeger J J, 1977a. Rongeurs (Mammalia, Rodentia) du Miocène de Beni-Mellal. Palaeovertebrata, **7**(4): 91–125

Jaeger J J, 1977b. Les Rongeurs du Miocène Moyen et supérieur du Maghreb. Palaeovertebrata, **8**(1): 1–166

Kennett J P, Stott L D, 1991. Abrupt deep-sea warming, palaeoceanographic changes and benthic extinctions at the end of the Palaeocene. Nature, **353**: 225–229

Kordikova E G, 1998. Main stages in the development of mammalian faunas in the Oligocene and Miocene of Kazakhstan. Vestn Kazakh Gos Univ, **5**: 165–180

Lavocat R, 1961. Le gisement de vértébres miocène de Beni Mellal (Maroc). Notes Mém Serv Géol Maroc, **155**: 1–144

Lewis A R, Marchant D R, Ashworth A C et al., 2008. Mid-Miocene cooling and the extinction of tundra in continental Antarctica. Proc Natl Acad Sci, **105**(31): 10676–10680

Li C K(李传夔), Qiu Z D(邱铸鼎), 1980. Early Miocene fossil of Xining Basin, Qinghai. Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **18**(3): 198–214(in Chinese with English summary)

Liu L P, Eronen J T, Fortelius M, 2009. Significant mid-latitude aridity in the Middle Miocene of East Asia. Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol, **279**: 201–206

McKenna M C, Bell S K, 1998. Classification of Mammals above the Species Level. New York: Columbia University Press. 1–547

Meng J(孟津), Ye J(叶捷), Wu W Y(吴文裕) et al., 2006. A recommended boundary stratotype section for Xiejian stage from the northern Junggar Basin: implications to related bio-chronostratigraphy and environmental changes. Vert PalAsiat (古脊椎动物学报), **44**(3): 205–236(in Chinese with English summary)

Meng J(孟津), Ye J(叶捷), Wu W Y(吴文裕) et al., 2008. The Neogene Dingshanyanchi Formation in northern Junggar Basin of Xinjiang and it's stratigraphic implications. Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **46**(2): 90–110(in Chinese with English summary)

Qiu Z D(邱铸鼎), 1996. Sciuridae. In: Qiu Z D ed. Middle Miocene Micromammalian Fauna from Tunggur, Nei Mongol. Beijing: Science Press. 37–50(in Chinese with English summary)

Qiu Z D(邱铸鼎), Li C K(李传夔), 2004. Evolution of Chinese mammalian faunal regions and elevation of the Qinghai-Xizang (Tibet) Plateau. Sci China, Ser D, **34**(9): 845–854(in Chinese)

Qiu Z D, Storch G, 2000. The Early Pliocene micromammalian fauna of Bilike, Inner Mongolia, China (Mammalia: Lipotyphla, Chiroptera, Rodentia, Lagomorhpa). Senckenbergiana lethaea, **80**(1): 173–229

Qiu Z D(邱铸鼎), Wang X M(王晓鸣), 1999. Small mammal faunas and their ages in Miocene of central Nei Mongol (Inner Mongolia). Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **37**(2): 120–139(in Chinese with English summary)

Qiu Z X, Qiu Z D, 1995. Chronological sequence and subdivision of Chinese Neogene mammalian faunas. Palaeogeogr, Palaeoclimatol, Palaeoecol, **116**: 41–70

Raynal J P, Iefevre D, Geraads D et al., 1999. Contribution of the palaeontological site of Lissasfa (Casablanca, Morocco) to a new interpretation of the Mio-Pliocene of the Meseta. C R Acad Sci, Sér IIA: Sci Terre Planet, **329**: 617–622

Sen S, Thomas H, 1979. Découverte de Rongeurs dans le Miocène moyen de la Formation Hofuf (Province du Hasa, Arabie Saoudite). C R Somn Soc Géol Fr, **1**: 34–37

Shevenell A E, Kennett J P, Lea D W, 2004. Middle Miocene southern ocean cooling and Antarctic cryosphere expansion. Science, **305**: 1766–1770

Sun J M, Zhang Z Q, 2008. Palynological evidence for the Mid-Miocene climatic optimum recorded in Cenozoic sediments of the Tian Shan Range, northwestern China. Glob Planet Change, **64**: 53–68

Ünay E, 1981. Middle and Upper Miocene rodents from the Bayraktepe Section (Canakkale, Turkey). Proc K Ned Akad Wet, Ser B, **84**(2): 217–238

Van Dam J A, Alcala L, Alonso Zarza A, 2001. The Upper Miocene mammal record from the Teruel-Alfambra region (Spain). The MN system and continental stage/age concepts discussed. J Vert Paleont, **21**(2): 367–385

Wu W Y(吴文裕), 1988. The first discovery of Middle Miocene rodents from the northern Junggar Basin, China. Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **26**(4): 250–264(in Chinese with English summary)

Zachos J, Pagani M, Sloan L et al., 2001. Trends, rhythms, and aberrations in global climate, 65 Ma to present. Science, **292**: 686–693

Zhang Z Q(张兆群), Deng T(邓涛), Qiu Z D(邱铸鼎), 2006. Evolutionary process of Neogene fossil mammals in China. In: Rong J Y, Fang Z J, Zhou Z H et al. eds. Originations and Biodiversity Changes – Evidences from Chinese Fossil Record. Beijing: Science Press. 757–768(in Chinese with English summary)

Zhang Z Q(张兆群), Zheng S H(郑绍华), 2000. Late Miocene–Early Pliocene biostratigraphy of Loc. 93002 Section, Lingtai, Gansu. Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **38**(4): 274–286(in Chinese with English summary)

Zheng S H(郑绍华), Zhang Z Q(张兆群), 2000. Late Miocene–Early Pleistocene micromammals from Wenwanggou of Lingtai, Gansu, China. Vert PalAsiat(古脊椎动物学报), **38**(1): 58–71(in Chinese with English summary)

消息

本刊编委周忠和研究员当选美国国家科学院外籍院士

据美国科学院网站新闻,美国国家科学院于 2010 年 4 月 27 日上午举行了第 147 届年会,宣布新增 72 名院士,院士总数达到 2097 名。新增 14 个国家的 18 名科学家为外籍院士,外籍院士总数达到 409 名。其中,中国科学院古脊椎动物与古人类研究所研究员、《古脊椎动物学报》编委周忠和当选为美国国家科学院外籍院士。

周忠和 1965 年出生于江苏省江都市,1986 年毕业于南京大学地质系古生物与地层学专业,1999 年获美国堪萨斯大学古鸟类学博士学位,1999 年入选中科院“百人计划”,2000 年获国家杰出青年科学基金。现主要从事鸟类的起源、鸟类飞行的起源和进化、羽毛的演化、鸟类早期演化和辐射,以及带毛恐龙、翼龙,生物地层学和热河生物群演化与环境关系的研究。他曾获得 1995 年度中科院青年科学家奖二等奖,1999 年度中科院自然科学奖一等奖,2000 年国家自然科学奖二等奖,2003 年度中科院杰出科学成就奖,2006 年第 9 届中国青年科技奖,2007 年度国家自然科学奖二等奖。

(陈平富)